

【共同研究】

1 CLT パネル工法建築物の仕様規定ルートの創設に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和 3～4 年度）

〔担当者〕 榎本敬大、山崎義弘、中島昌一

〔相手機関〕 公益財団法人日本住宅・木材技術センター

本共同研究は、建築物の構造方法を規定した平成 28 年国土交通省告示第 611 号において、構造計算によらない仕様規定ルートが整備されておらず、地階を除く階数 2 以下の小規模な建築物であっても構造計算が要求され、設計者の負担となっている CLT パネル工法について、構造計算によらない仕様規定ルートを整備することを目的として、令和 3 年度建築基準整備促進事業の課題番号 S35 の事業主体と実施するものである。

本年度は、仕様規定の提案に向けて必要となる新たな検討課題を加え、荷重分布の影響に関する基礎検討、樹種の追加に関する検討、直交壁付き耐力壁試験体の実験、ヒノキ CLT を用いた引きボルト接合部引張試験、耐力壁の許容耐力の設定に関する検討、水平構面の検討を行い、耐力壁や接合部の仕様等の整理を行った。

2 引張軸力が作用する鉄筋コンクリート造連層壁部材の耐力評価に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和 3～5 年度）

〔担当者〕 渡邊秀和、坂下雅信、中村聡宏

〔相手機関〕 東京都公立大学法人産学公連携センター、国立大学法人東京大学 地震研究所、国立大学法人京都大学 工学研究科、一般財団法人日本建築防災協会

本共同研究では、引張軸力が作用する条件下においても、壁部材のせん断終局耐力を適切に評価し、保証設計を実施するための構造計算手法の明確化に資する技術的資料をまとめる。この目的を達成するために、本共同研究を令和 3 年度建築基準整備促進事業の課題番号 S 3 6 の事業主体と行うものである。

本年度は、連層壁試験体と単層壁試験体の全 2 体の静的載荷実験を実施した。実験の結果、いずれの試験体も壁板部で圧縮せん断破壊が生じた。圧縮軸力側の耐力壁がほとんどのせん断力を負担しており、圧縮軸力側の耐力壁では広沢式によるせん断耐力を大幅に上回るせん断負担が確認できた。骨組解析により実施した載荷実験の再現解析を実施した。せん断剛性に軸せん断モデルを用いることで、実験結果における負担せん断力を評価可能であった。また、既往実験データベースを用いて、軸せん断モデルの精度検証を行った。菅野式ではせん断剛性は実験結果に関わらず、概ね一定値となっているのに対して、軸せん断モデルでは正の相関はあるもののばらつきがあった。さらに、有限要素解析により実験試験体の荷重変形関係を概ね再現することが可能であり、破壊モードについても概ね再現できた。また、来年度の試験体設計および製作を実施した。

3 耐火構造の構造方法の告示化等に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和 3～4 年度）

〔担当者〕 鈴木淳一、野秋政希

〔相手機関〕 株式会社竹中工務店、株式会社ドット・コーポレーション

本共同研究は、耐火構造が建築物の階数に応じ非損傷性の要求時間が 1 時間刻みで設定されておらず、木造の仕様については告示では非損傷性の要求時間が 1 時間の仕様しか整備されていないこと、平成 30 年の法改正により可能となったより長時間の準耐火性能を有する準耐火構造による設計を行う際、主要構造部の一部に耐火構造の仕様を用いる場合に、耐火構造の有する準耐火性能については必ずしも明らかになっておらず、設計が困難な状況にあることから、非損傷性の要求時間が 1 時間を超える木造耐火構造の仕様の特定、耐火構造の有する準耐火性能の明確化のための検討・実験を行った。

本年度は、昨年度の柱・壁に引き続き、令和 4 年度は、柱（追加確認）、梁、床の検討を行い、90 分間耐火構造の柱・梁、床に関する仕様案の検証を行った。

4 内装制限に用いる不燃材料等に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和3～4年度）

〔担当者〕趙玄素、鈴木淳一

〔相手機関〕東京大学大学院工学系研究科、東京理科大学理工学部、合成樹脂工業協会

告示225号で規定されている特定不燃材料には、平成12年建設省告示第1400号に規定する不燃材料の一部のみが定められており、大臣認定を取得した不燃材料は使用することができないため、告示225号に適用可能な建築材料は制限されている。

本共同研究は、特定不燃材料に要求される性能を明らかにするための検討及び実験等を行うとともに、火気使用設備等からの「放熱の大きさ」あるいは「離隔距離」と「建築材料の受熱量」の関係を整理することで、火気使用設備等からの受熱量に応じた性能評価方法および評価基準を提案し、当該告示に使用可能となる建築材料の範囲拡大を目的とするものである。

本年度は、ICAL試験を実施し、受熱側の内装材料と材料試験の相関性を確認し、性能評価基準および性能評価方法の詳細について検討した。また、長期加熱を受ける可燃物燃焼範囲の下地材、間柱へ木材が使用に係る試験法について検討した。さらに、加熱側の火気使用設備において、内装材料との離隔距離と受熱量の関係およびその測定方法について整理を行った。

5 防火設備の告示仕様等に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和3～4年度）

〔担当者〕鈴木淳一、野秋政希

〔相手機関〕一般社団法人建築性能基準推進協会、アイエヌジー株式会社

本共同研究は、壁等の開口部に設けられる特定防火設備を対象として、120分までの標準加熱に対する準遮熱性を有する戸及び戸枠などの仕様や延焼防止上の課題を明確にするため、試験体設計及び製作による施工性の確認、耐火試験による検証等を目的としている。

本年度は、防火設備として、戸の一般部を再現した小規模加熱炉を用いた加熱実験の成果を踏まえて、加熱による戸の変形抑制、各種測定項目の整理などの検討を行うこととした。特定防火設備の仕様としては、戸を両面鋼板張りけい酸カルシウム板とし、戸枠はモルタル充填鋼製枠、戸の変形防止材を設けて加熱実験を実施した。1時間を超える火災加熱を受けると戸の変形抑制が大きくなり、遮炎性上課題があることがわかった。

6 避難安全検証法等の合理化に係る検討【安全・安心】

研究開発期間（令和4～5年度）

〔担当者〕峯岸良和、鈴木雄太

〔相手機関〕一般社団法人建築性能基準推進協会、アイエヌジー株式会社

本研究では避難安全検証法においてペDESTリアンデッキや別棟部分、超高層建築物の中間階等の避難上支障がない部分への避難を評価できる方法等を検討する。また、避難安全検証法や近年の避難関係規定の合理化措置等を通じて整備された避難安全性の確保に係る知見等を活用し、直通階段等の避難関係規定の代替措置等を検討する。

本年度は、避難安全検証法等の合理化に関する知見の整理として、設計者の合理化ニーズ等の調査及び既存の知見の収集・整理を通じ、避難安全検証法における地上以外の避難先の導入や避難関係規定の代替措置等の整備に必要な評価方法や性能要求・要件の方向性を検討した。また、地上以外の避難先の検討について、今年度はペDESTリアンデッキに着目し、必要な避難実験・シミュレーション等を実施の可能性について検討するとともに、バーチャルリアリティ技術を使った模擬空間での避難行動予測及び被験者の心理状況を調査する実験の実施を目指し、その基盤となるバーチャル空間モデルを作成した。

7 仕上げ及び下地への不燃化要求の合理化等に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和4～5年度）

〔担当者〕野秋政希

〔相手機関〕一般財団法人日本建築防災協会

平成10年の建築基準法（以下「法」という。）改正では木造による耐火設計を、平成30年の法改正等では中層建築物における燃えしる設計を可能としており、さらに令和3年度において社会資本整備審議会を通じて木造化の推進のため主要構造部規制を中心に更なる防耐火基準の合理化を検討しているところであるが、避難関係規定の緩和措置等では、壁又は天井の仕上げ及び下地を不燃材料等の防火材料とすることを要求していることが多く、これらの規定の適用を受ける建築物の部分については木材を表面にあらわして用いることや木造にすること自体が難しく、建築物の木造化の課題となっている。そこで、本課題では、避難関係規定の緩和措置等で要求している不燃材料等に準ずる材料の組合せその他の代替措置を明らかにするための検討及び実験等を行うものであり、この目的を達成するために、本共同研究を令和4年度建築基準整備促進事業の課題番号F24の事業主体と行った。

本年度は、設計者の合理化ニーズ等を調査するため、業界団体の会員企業を対象にヒアリングを実施し、その結果に基づき、主に令112条第11項第1号（堅穴区画を不要とする場合の内装下地の不燃化）およびH12建告1436号第四号二（排煙設備の設置免除とする場合の内装下地の不燃化）に着目し、それぞれの現行基準の要求性能を整理した。そのうえで、内装仕上に不燃性能だけでなく、下地に熱の影響を与えないための遮熱性能を併せて要求することで、下地に対する制限を緩和する方法を提案し、仕上の遮熱に関する要求性能および要求性能を確認するための実験方法を整理し、各種仕上材料の遮熱性能を確認する実験を実施した。

8 中高層木造建築物の外皮の耐久性能に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和2～4年度）

〔担当者〕榎本敬大、脇山善夫、成瀬友宏、鈴木淳一

〔相手機関〕（株）アルセッド建築研究所

本共同研究は、中高層木造住宅の耐久性を確保する上で、躯体から外気に至るまでの外壁のレイヤーをどのように構成すべきか、耐久性とその前提となる要求性能（耐震性能、防耐火性能）について実験等を通じて検証し、耐震性能、防耐火性能に対応して標準的に適用できる一般的な耐久性基準を評価方法基準に位置付けることを目的としている。この目的を達成するために、本共同研究を令和3年度建築基準整備促進事業の課題番号M6の事業主体と行うものである。

本年度は、中高層木造建築物について平成12年建告第1399号に規定される耐火構造の炎侵入防止構造のうち、通気層下端の耐火性能検証実験を行った結果、加熱発泡材（30倍発泡、1.5mm）を設置した場合などに90分間耐火構造の炎侵入防止構造として必要な性能が担保されていることが確認された。また、防耐火性能（炎侵入防止性能を含む）及び地震時変形追従が確認された仕様の試験体について大型送風散水装置を用いて送風散水試験を行った結果、頂部と中間いずれも外風速10m/s以下においては浸水率が最大0.1%程度であること、外部風速10m/sから20m/sに速くなると急激に浸水量が増えること、外部風速20m/sでは、防雨型換気部材がない場合に浸水率が最大0.7%程度、防雨型換気部材がある場合に浸水率が最大1.5%程度であることなどを得た。さらに、熱水分同時移動方程式と熱湿気の収支式、温度差換気による回路網計算モデルを作成し、耐火仕様の中層木造外壁における雨がかりの影響について検討した結果、中層の外壁では上階ほど高湿度状態が継続するが、低層建築とは異なる傾向や、外装材嵌合部からの浸水を想定した場合の二重通気の有効性などが示された。

9 住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕渡邊史郎、木内望、榎本敬大、山崎義弘、脇山善夫、沖佑典

〔相手機関〕一般財団法人日本建築防災協会

本共同研究は、近年多発する大雨に伴う洪水により、多くの住宅が浸水し、居住継続及び使用継続が困難となる被害の発生が今後も見込まれる中、戸建住宅等の購入者等が参照可能な耐浸水性能に関する指標を検討し、日本住宅性能表示基準及び評価方法基準に反映し、住宅の耐浸水性能の向上を図っていく必要があるため、住宅の計画・設計段階における耐浸水性能を評価する日本住宅性能表示基準及び評価方法基準の整備に資する技術的資料をとりまとめることを目的として、令和3

年度建築基準整備促進事業の課題番号 M9 の事業主体と実施するものである。

本年度は、耐浸水性能の住宅性能表示基準に係る検討、止水性能等の確認を行うための実験に係る検討、浸水対策ガイドラインの検討などを実施した。

1 0 CLT 等を利用した住宅における評価方法基準化に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和 3～5 年度）

〔担当者〕 榎本敬大

〔相手機関〕（株）アルセッド建築研究所

本共同研究は、現行の住宅性能表示制度の一部の評価項目において、評価方法基準が整備されていないことから CLT 等を利用した住宅を評価できない。特に、劣化対策等級は、その住宅の耐用年数の判断基準として金融機関で活用される場合があるが、CLT 等を利用した住宅は、現行基準では評価できず、CLT 等を利用した住宅の普及の隘路となっているとの指摘に対応して、CLT 等を利用した住宅の普及を図るため、CLT 等を利用した工法の特性を踏まえ、必要な性能検証実験等を行い、CLT 等を利用した住宅における評価方法基準の整備に資する技術的資料をまとめることを目的としている。この目的を達成するために、本共同研究を令和 3 年度建築基準整備促進事業の課題番号 M10 の事業主体と行うものである。

本年度は、劣化対策工法の事例調査、非薬剤処理材の性能検証、基礎直置き仕様の性能検証実験を行った。その結果、基礎直置き仕様のうち約半数はねこ土台が設置していること、心材のラミナだけで構成した CLT の歩留まりは、心辺材混合とした場合より大きく低下しないこと、基礎上部に直置きされた CLT に直接水分が作用する場合の吸着速度は極めて速く、何らかの防水措置が必要であることなどを得た。

1 1 非住宅建築物の開口部に係る先進的な技術と空調・照明設備との一体的な省エネ性能の評価手法の検討【持続可能】

研究開発期間（令和 2～4 年度）

〔担当者〕 赤嶺嘉彦

〔相手機関〕 YKK AP株式会社 中央研究所、佐藤エネルギーリサーチ株式会社

本共同研究では、空調・照明設備の負荷及びエネルギー消費量が、設備相互の影響も含め、建築外皮に係る技術（特に開口部廻りの日射制御技術）によって、どのように変化するか等を明らかにするための実験及びシミュレーションを実施し、非住宅建築物の省エネルギー基準における建築外皮と空調・照明設備との一体的なエネルギー消費性能の評価手法を検討することを目的とし、この目的を達成するために、本共同研究を令和 4 年度建築基準整備促進事業の課題番号 E 1 4 の事業主体と行うものである。

本年度は、過年度に実施した開口部回りの技術（仮称：日照・日射制御技術）による日射熱取得と昼光利用に関する実証実験結果をもとにシミュレーションの妥当性を検証しつつ、日照・日射制御技術の熱性能及び同技術による昼光利用による調光率に関する計算方法を検討し、建築外皮と空調・照明設備との一体的なエネルギー消費性能の評価手法を作成した。また、中規模事務所ビルの事務室を想定して、現状の省エネルギー基準における評価手法と新たに作成した評価手法による照明・空調一次エネルギー消費量の計算結果を比較した。その結果、新たに作成した評価法は、実際の日照・日射制御技術の挙動を反映できており、照明・空調の合計一次エネルギー消費量が現行の評価法よりも 10%程度小さくなることを確認した。

1 2 住宅における暖冷房設備の運転方式（全館空調・部分間歇・部分連続）の再整理の検討

【持続可能】

研究開発期間（令和 3～5 年度）

〔担当者〕 三浦尚志

〔相手機関〕 株式会社住環境計画研究所、地方独立行政法人北海道立総合研究機構

現行の住宅の省エネルギー基準における暖冷房設備の評価において想定される運転方式は全館連続運転、部分間歇運転、部分連続運転があり、それぞれの運転方式に対して基準一次エネルギー消費量（以下、基準値）が異なっている。基準値に対する当該住宅の設計エネルギー消費量（以下、設計値）の比（BEI）の評価では、運転方式ごとに設定された基準値との

比較であるため、運転方式の違いが機器の評価の良し悪しに与える影響は小さい。一方で、設計値の大小のみで評価される ZEH 評価等においては、運転方式の違いが機器効率以上にエネルギー評価に影響を与えるため、異なる運転方式を採用する機器の間で評価結果に大きな差が生じている。そこで、運転方式によらない機器ごとの評価方法を検討するため、暖冷房設備の運転方式（暖冷房空間、運転時間）の定義や考え方を再整理し、暖冷房設備の評価検討に資する基礎資料の整備を目的とする。

本年度は以下の4点を整理した。

- ・評価方法を統一するための枠組みについて整理した。
- ・全館空調システムの実態調査を行い、制御ロジック、循環風量の考え方等を把握した。
- ・地域、断熱性能、暖房のための準備温度、冷房のための準備温度をパラメータとした空調熱負荷計算を行った。
- ・上述の熱負荷計算結果の一部について一次エネルギー消費量への影響を試算するため、FF 暖房、ルームエアコンを導入する場合の影響について試算した。その結果、断熱等性能等級 4 及び 6 の場合、現行評価と同程度、若しくは省エネになる可能性があることを示した。

1.3 共同住宅の省エネ性能評価における暖冷房負荷モデルの精緻化に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和3～5年度）

[担 当 者] 三浦尚志

[相 手 機 関] 株式会社ユーワークス、佐藤エネルギーリサーチ株式会社

現行の省エネ基準では、戸建住宅、集合住宅にかかわらず特定の戸建住宅モデルを前提とした暖冷房負荷の計算結果を用いて一次エネルギー消費性能を算定している。より精緻に共同住宅特有の形態等を踏まえた一次エネルギー性能を算定するためには評価法を見直す必要がある。共同住宅の住宅形態等の特徴を整理したうえで、本特徴を踏まえた暖冷房設備の一次エネルギー消費量の算定に用いる暖冷房負荷モデルやその推定に必要な簡易な入力方法等を整理し、評価方法の見直しに資する技術的資料をまとめる。検討項目は以下の2点である。

- (イ) 暖冷房負荷モデルの検討：共同住宅の住宅形態等の特徴について既往の研究や実態等を整理し、これらを踏まえた共同住宅における暖冷房負荷の計算モデルについて検討する。
- (ロ) 簡易な入力方法の検討：算出告示における共同住宅の外皮に関する入力情報を踏まえた簡易な入力方法及びそれらの入力から暖冷房負荷を推定する方法について検討する。

本年度は、現行の Web プログラムの外皮性能の入力項目を増やすことなく暖冷房負荷計算に必要な情報を補完する方法を2つ検討した。そのうち「簡易化された入力情報の推定方法」において、既存の入力項目を増やすことなく 755 個の検証パターンにおいて外皮平均熱貫流率および年間平均日射熱取得率が簡易化前後で一致することが確認できた。また集合住宅に良く発生する極端に熱的に厚い壁と熱的に軽い壁に対応するために安定性の高い応答係数の計算法を構築した。

1.4 既存建築物の実用的な省エネ性能診断法・評価法に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和4～6年度）

[担 当 者] 三浦尚志

[相 手 機 関] 一般社団法人住宅性能評価・表示協会

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、効率的・効果的な省エネリフォームをより一層推進する必要があるが、既存建築物（住宅及び小規模非住宅）の実用的な省エネ性能診断法・評価法が整備されておらず、設計仕様が不明な既存建築物の省エネ性能が容易に把握できない。既存建築物の省エネ性能の実態や学会・民間企業等で考案されている既存建築物の省エネ性能診断手法について調査し、実用的な省エネ性能診断法・評価法について検討し、当該診断法・評価法の整備に資する技術的資料をまとめる。検討課題は以下の3点である。

- (イ) 既存建築物の省エネ性能の実態把握：既存住宅・建築物の設計仕様に係る実態把握を行い、設計仕様に関するデータベースを整備する。
- (ロ) 既存建築物の省エネ性能診断手法の調査：民間事業者等で考案、実施されている既存建築物の省エネ性能診断手法等を調査し、具体的な方法、調査難易度、調査に要する費用や時間等について整理を行う。

- (ハ) 実用的な省エネ性能診断法・評価法の検討：実建築物への試行を実施するために必要な準備・調整を行う。
上記、項目に対して、今年度は次の成果が得られた。
- (イ) 既存建築物の省エネ性能の実態把握：住宅性能表示制度開始以降の建設住宅性能評価取得等級データの分析、住宅金融支援機構における融資基準の変遷に関する調査、業界団体等に対する設計仕様に関するヒアリング調査を実施し、エネ性能の築年代別、地域別、建て方別の推定手法の案を作成した。
 - (ロ) 既存建築物の省エネ性能診断手法の調査：省エネ性能診断手法に係る学会論文等を対象とした文献調査、及び、民間企業等が実施する省エネ性能診断手法等（非破壊検査技術を含む）に係る調査を実施し、各手法の特徴を整理した。
 - (ハ) 実用的な省エネ性能診断法・評価法の検討：既存住宅の現況検査の課題（利用者の技能や体制等を含む）について整理をし、実用的な省エネ性能診断法・評価法の枠組みを提案した。具体的には、評価方法1（新築と同様の手順により行う最も詳細な評価方法）、評価方法2（一部の評価項目について、建設地域、建設年代、建て方等の一般的な情報に基づき、当該項目を推定値に置き換えて評価する方法）、評価方法3（建築士等の専門家ではない、一般の消費者や不動産事業者等が自ら簡易に省エネ性能を評価する方法）に分けて具体的な手順を検討する案を作成した。

1.5 CLT パネルの特質をいかした実験棟建設とその性能検証【持続可能】

研究開発期間（平成 27～令和 6 年度）

[担 当 者] 槌本敬大、武藤正樹、山崎義弘、平光厚雄、谷口 翼

[相 手 機 関] （一社）日本 CLT 協会

本共同研究は、木材利用の促進を実現する構法の一つとして一般化が国内外から求められている CLT（直交集成板）を使用した構法に対して、国土交通省住宅局住宅生産課が木造建築技術先導事業（平成 26 年度追加分）として採択した「木質材料需用拡大のための CLT パネルの特質をいかした試作棟」（日本 CLT 協会）に対応して実施するものである。建築研究所の敷地内に 2 階建ての実験棟を建設し、BIM による施工手順の検討、施工工数調査、材料の長期変形挙動の確認、強震観測、遮音性能、温熱環境、歩行振動等の居住性や耐久性等についてデータを収集することを目的としている。

本年度は、CLT パネル工法実験棟を活用して、内部の表しパネルの寸法変化の測定、陸屋根の防水層下部の脱湿挙動の測定を継続し、空調運転と寸法変化挙動の関係を明らかにした。また、屋外に露出した CLT パネルのメカノソープティブ変形挙動の計測も継続した。

1.6 枠組壁工法による中層木造建築物等の設計法の開発【持続可能】

研究開発期間（平成 26～令和 7 年度）

[担 当 者] 槌本敬大、中島昌一、平光厚雄、澤田知也、橋本由樹

[相 手 機 関] （一社）日本ツーバイフォー建築協会

本共同研究は、平成 25 年度までに実施した研究により、新たに発生した課題に対する技術的な検討として、大きな開口を有する耐力壁について開口率に応じて耐力を低減して設計を行う方法の適用の可否や 2 時間耐火を実現する方法などに関する検討を行うことを目的としている。また、国土交通省住宅局住宅生産課が木造建築技術先導事業（平成 26 年度追加分）として採択した「枠組壁工法による 6 階建て実大実験棟」（日本ツーバイフォー建築協会）に対応して実施するものである。

本年度は、6 階建て枠組壁工法実験棟を活用し、外壁通気層内部の温湿度、通気状況、木部の含水率の測定を行い、通気層が有効に機能していることを確認した。また、1996 年建築の 4 階建て実験棟の外壁を様々な仕様に変更し、通気層内部に水分が作用したときの乾燥挙動を測定する準備を進めた。